

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09073654  
PUBLICATION DATE : 18-03-97

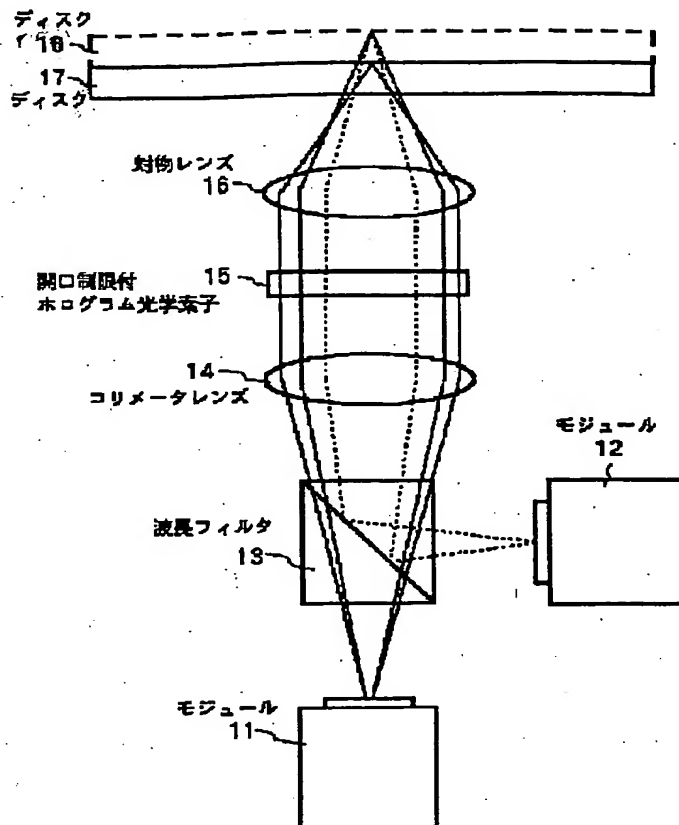
APPLICATION DATE : 07-09-95  
APPLICATION NUMBER : 07230099

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : KATAYAMA RYUICHI;

INT.CL. : G11B 7/135

TITLE : OPTICAL HEAD DEVICE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical head device capable of reproducing two kinds of digital video disks with different substrate thickness and all compact disks containing a DRAW type disk.

**SOLUTION:** A semiconductor laser and a detection optical system for light receiving reflected light from the disks 17, 18 with different substrate thickness are incorporated in modules 11 and 12. The wavelengths of the semiconductor laser in the modules 11, 12 are 635nm, 785nm. A hologram part having a spherical aberration canceling the sum between the spherical aberration occurring when the outgoing light from an objective lens 16 transmits through the substrate of the disk 17 and the spherical aberration provided in the objective lens 16 is formed on a hologram optical element 15 with aperture limit for first-order diffracted light of 635nm. Further, an aperture limit part transmitting through for all incident light of 635nm and transmitting through only a central part of a luminous flux section for the incident light of 785nm is formed.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-73654

(43) 公開日 平成9年(1997)3月18日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 1 1 B 7/135

識別記号

庁内整理番号

F I

G 1 1 B 7/135

技術表示箇所

Z

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平7-230099

(22) 出願日 平成7年(1995)9月7日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 片山 龍一

東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松浦 兼行

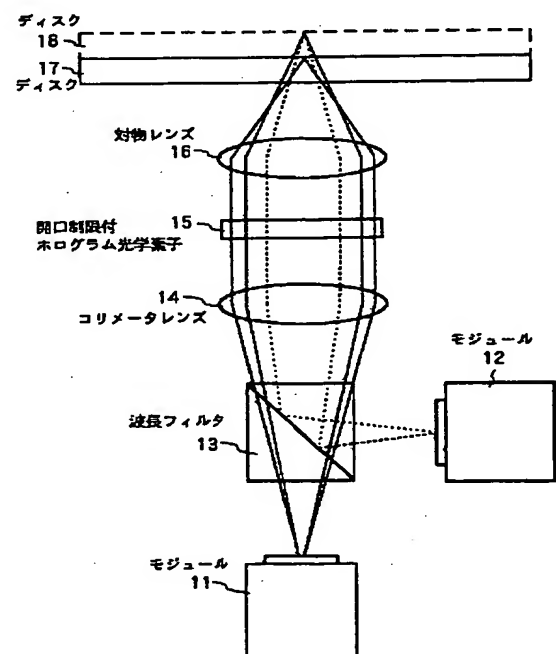
(54) 【発明の名称】 光ヘッド装置

(57) 【要約】

【課題】 従来は、基板厚さの異なる二種類のデジタルビデオディスクと追記型を含むコンパクトディスクのすべてを再生することは不可能である。

【解決手段】 モジュール11及びモジュール12には、半導体レーザと、基板厚さが異なるディスク17、18からの反射光を受光する検出光学系が内蔵されている。モジュール11、12内の半導体レーザの波長は635nm、785nmである。開口制限付ホログラム光学素子15は、635nmの+1次回折光に対し、対物レンズ16からの出射光がディスク17の基板を透過する際に生じる球面収差と対物レンズ16が有する球面収差との和を打ち消す球面収差を有するホログラム部が形成されていると共に、635nmの入射光に対してはすべて透過させ、785nmの入射光に対しては光束断面の中心部分のみを透過させる開口制限部が形成されている。

本発明装置の一実施の形態の構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の波長の第1の光を出射する第1の光源と、

前記第1の波長とは異なる第2の波長の第2の光を出射する第2の光源と、

前記第1の光源からの前記第1の光と前記第2の光源からの前記第2の光とを合波して、第1又は第2の基板厚さの光記録媒体に導く一方、該光記録媒体からの反射光を分波する合波・分波手段と、

前記合波・分波手段で合波された光を前記光記録媒体に集光した後該光記録媒体上で反射させ、反射光は透過させると共に、自身の出射光が前記第1の基板厚さの光記録媒体の基板を透過する際に生じる球面収差を打ち消す第1の球面収差を有する対物レンズと、

前記合波・分波手段と前記対物レンズとの間に設けられた開口制限付ホログラム光学素子と、

前記合波・分波手段により分波された前記第1の波長の反射光を受光する第1の光検出光学系と、

前記合波・分波手段により分波された前記第2の波長の反射光を受光する第2の光検出光学系とを有する光ヘッド装置であって、

前記開口制限付ホログラム光学素子は、少なくとも透過光である0次光と+1次回折光を発生すると共に、前記第1の波長の+1次回折光に対し、前記対物レンズからの出射光が前記第2の基板厚さの光記録媒体の基板を透過する際に生じる第2の球面収差と前記対物レンズが有する第1の球面収差との和を打ち消す第3の球面収差を有するホログラム部が形成されていると共に、前記第1の波長の入射光に対してはすべて透過させ、前記第2の波長の入射光に対しては光束断面の中心部分のみを透過させる開口制限部が形成されており、

前記第1の光源から出射され、前記開口制限付ホログラム光学素子を透過した前記第1の光を用いて、第1の記録密度で情報が記録された前記第1の基板厚さの前記光記録媒体の記録情報を再生し、前記第1の光源から出射され、前記開口制限付ホログラム光学素子で回折された前記+1次回折光を用いて、前記第2の基板厚さの前記光記録媒体の記録情報を再生し、前記第2の光源から出射され、前記開口制限付ホログラム光学素子を透過した前記第2の光を用いて、第2の記録密度で情報が記録された前記第1の基板厚さの前記光記録媒体の記録情報を再生することを特徴とする光ヘッド装置。

【請求項2】 前記開口制限付ホログラム光学素子の前記ホログラム部は、基板上に設けられた同心円状パターンのホログラムからなり、該ホログラムの断面形状は前記対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域の外側では矩形状で、該円形領域内では矩形とは異なる形状であることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド装置。

【請求項3】 前記開口制限付ホログラム光学素子の前記ホログラム部を構成するホログラムの断面形状は前記

円形領域内では鋸歯形状若しくは階段形状であることを特徴とする請求項2記載の光ヘッド装置。

【請求項4】 前記開口制限付ホログラム光学素子の前記開口制限部は、前記対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域の外側で、かつ、基板上の前記ホログラム部が形成された面と反対側の面に設けられた波長フィルタ膜と、該波長フィルタ膜上に設けられた位相補償膜とからなり、前記円形領域の外側では前記第1の波長の第1の光はほぼ完全に透過させ、前記第2の波長の第2の光はほぼ完全に反射させ、前記円形領域内に入射した光は前記第1及び第2の光共に完全に透過させる構成であることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド装置。

【請求項5】 前記開口制限付ホログラム光学素子の前記開口制限部は、第1の基板の表面の前記対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域の外側に回折格子及び波長フィルタ膜が設けられ、該第1の基板の裏面の該円形領域の外側に位相補償膜が設けられ、表面に前記ホログラム部が形成された第2の基板の裏面と該第1の基板の表面を接着剤で張り合せた構成であり、前記円形領域の外側では前記第1の波長の第1の光はほぼ完全に透過させ、前記第2の波長の第2の光はほぼ完全に反射回折させ、前記円形領域内に入射した光は前記第1及び第2の光共に完全に透過させる構成であることを特徴とする請求項1記載の光ヘッド装置。

【請求項6】 前記開口制限付ホログラム光学素子の前記ホログラム部は、基板上に同心円状に設けられたホログラムからなり、該ホログラムの断面形状は前記対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域の外側では矩形状で、該円形領域内では矩形とは異なる形状であり、前記開口制限付ホログラム光学素子の前記開口制限部の前記円形領域の直径は、該ホログラム部の円形領域の直径よりも小であることを特徴とする請求項4又は5記載の光ヘッド装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光ヘッド装置に係り、特に基板の厚さや記録密度が異なる三種類の光記録媒体に対し再生を行うための光ヘッド装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、コンパクトディスクに比べて大容量なデジタルビデオディスク等の大容量光ディスクの規格化が進められている。デジタルビデオディスクの規格には、基板厚さ0.6mmのディスクを用いるものと、基板厚さ1.2mmのディスクを用いるものがある。一方、従来のコンパクトディスク等の規格では、基板厚さ1.2mmのディスクを用いる。そこで、二種類のデジタルビデオディスクとコンパクトディスクのすべてを再生できる光ヘッド装置が望まれている。しかし、通常の光ヘッド装置においては、対物レンズがある基板厚さのディスクに対して球面収差を打ち消すように

設計されているため、別の基板厚さのディスクに対しては球面収差が残留し、正しく再生することができない。

【0003】二種類のデジタルビデオディスクとコンパクトディスクのすべてを再生できる従来の光ヘッド装置として、オプティカルレビュー第1巻第1号の27頁～29頁に記載の例がある。図20はこの従来の光ヘッドの一例の構成図を示す。同図において、ホログラム光学素子192を対物レンズ16とコリメータレンズ14との間に設け、透過光(0次光)を基板厚さ0.6mmのデジタルビデオディスクの再生に用い、+1次回折光を基板厚さ1.2mmのデジタルビデオディスク及びコンパクトディスクの再生に用いる。

【0004】この従来の光ヘッド装置においては、半導体レーザ190からの出射光がハーフミラー191で約半分が反射され、コリメータレンズ14で平行光化されてホログラム光学素子192に入射する。ホログラム光学素子192の透過光は平行光として対物レンズ16に入射し、基板厚さ0.6mmのディスク17上に集光される。ディスク17からの反射光は、対物レンズ16を逆向きに透過し、再びホログラム光学素子192で透過光と+1次回折光に分けられる。

【0005】一方、ホログラム光学素子192の+1次回折光は発散光として対物レンズ16に入射し、基板厚さ1.2mmのディスク18上に集光される。ディスク18からの反射光は対物レンズ16を逆向きに透過し、再びホログラム光学素子192で透過光と+1次回折光とに分離される。

【0006】ディスク17からの反射光のうちホログラム光学素子192の透過光、及びディスク18からの反射光のうちホログラム光学素子192の+1次回折光は、共にコリメータレンズ14に平行光として入射する。コリメータレンズ14の透過光はハーフミラー191を約半分が透過し、凹レンズ193を透過して光検出器194で受光される。光検出器194は4分割受光部を有し、フォーカス誤差信号はハーフミラー191で生

$$\eta_0 = \sin^2 \phi / \phi^2 \quad (1)$$

$$\eta_{+1} = \sin^2 \phi / (\phi - \pi)^2 \quad (2)$$

ただし、

$$\phi = 2\pi(n-1)h/\lambda \quad (3)$$

(1)式及び(2)式より $\phi = \pi/2$ のとき透過率 $\eta_0$ と+1次回折効率 $\eta_{+1}$ は等しく、 $\eta_0 = \eta_{+1} = 0.405$ となる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、デジタルビデオディスクの規格では、波長635nm～655nmのレーザ光を出射する半導体レーザを用いるのに対し、従来のコンパクトディスクの規格では、波長785nmのレーザ光を出射する半導体レーザを用いる。図20に示した従来の光ヘッド装置では、コンパクトディスクに比べて高密度なデジタルビデオディスクを再生す

る非点収差を用いた非点収差法、トラック誤差信号はプッシュプル法によりそれぞれ検出される。また、再生信号は光検出器194の4分割受光部の出力の和から検出される。

【0007】対物レンズ16は、対物レンズ16からの出射光が厚さ0.6mmの基板を透過する際に生じる球面収差を打ち消す球面収差を有し、ホログラム光学素子192は、ホログラム光学素子192の+1次回折光に対し、対物レンズ16からの出射光が厚さ1.2mmの基板を透過する際に生じる球面収差と対物レンズ16が有する球面収差の和を打ち消す球面収差を有する。従って、ホログラム光学素子192の透過光は対物レンズ16によりディスク17上に無収差で集光され、ホログラム光学素子192の+1次回折光は対物レンズ16によりディスク18上に無収差で集光される。

【0008】図21はホログラム光学素子192の平面図を示す。同図において、ホログラム光学素子192は同心円状の干渉縞のパターンを有し、+1次回折光に対しては、前述した球面収差補正と共に凹レンズとしての働きをする。従って、対物レンズ16に対し、+1次回折光のディスク18上の集光位置を透過光のディスク17上の集光位置より遠ざけることができ、対物レンズ16からディスク17、18の表面までの距離をほぼ等しくすることができる。

【0009】図22はホログラム光学素子192の断面図を示す。図22(a)は断面が矩形状のホログラム光学素子192であり、+1次回折光と同じ効率で不要な-1次回折光が生じる。図22(b)は断面が鋸歯状のホログラム光学素子192であり、+1次回折光の効率が増加して不要な-1次回折光の効率は減少する。このとき、鋸歯領域の高さを2h、屈折率をn、入射光の波長を $\lambda$ とすると、透過率 $\eta_0$ 、+1次回折効率 $\eta_{+1}$ は次式で与えられる。

【0010】

$$(1)$$

$$(2)$$

$$(3)$$

るため、波長785nmに比べて集光スポットの径を小さくできる波長635nm～655nmのレーザ光を出射する半導体レーザを用いる必要がある。

【0012】一方、コンパクトディスクの一種として、CD-Rと呼ばれる追記型コンパクトディスクが知られている。この追記型コンパクトディスクは記録媒体として有機色素を用いたものであり、波長785nmでは70%以上の高い反射率が得られるが、波長635nm～655nmでは10%程度の非常に低い反射率しか得られない。このため、図20に示した従来の光ヘッド装置では、追記型コンパクトディスクの再生は不可能であ

る。

【0013】また、デジタルビデオディスクを再生するためには、その狭小なトラックピッチに対応してディスク面上の集光スポットの径をコンパクトディスクのそれに比し小さくする必要がある。このため、集光スポットの径は対物レンズ16の開口数に反比例することから、対物レンズ16の開口数は「0.52~0.6」程度と高くしなければならない。一方、コンパクトディスクを再生するには、コンパクトディスクはディスクの傾きに対する規格が緩く、ディスクの傾きに伴うコマ収差の発生を抑制する必要から、対物レンズ16の開口数は「0.45」程度と低くしなければならない。

【0014】図20に示した従来の光ヘッド装置では、ホログラム光学素子192の中心部分と周辺部分で回折効率を変えることにより、透過光と+1次回折光に対する実効的な開口数を変化させることが可能である。しかし、例えば透過光に対する実効的な開口数を「0.6」、+1次回折光に対する実効的な開口数を「0.45」とすると、透過光で基板厚さ0.6mmのデジタルビデオディスク、+1次回折光でコンパクトディスクを再生することは可能であるが、+1次回折光で基板厚さ1.2mmのデジタルビデオディスクを再生することは、実効的な開口数が小さいため不可能である。

【0015】また、例えば透過光に対する実効的な開口数を「0.6」、+1次回折光に対する実効的な開口数を「0.52」とすると、透過光で基板厚さ0.6mmのデジタルビデオディスク、+1次回折光で基板厚さ1.2mmのデジタルビデオディスクを再生することは可能であるが、+1次回折光でコンパクトディスクを再生することは、実効的な開口数が大きくディスクの傾きのマージンを確保できないため困難である。

【0016】このように、基板厚さの異なる二種類のデジタルビデオディスクと追記型を含むコンパクトディスクは、それぞれを再生するための最適な半導体レーザの出射光の波長と対物レンズの開口数が異なるため、図20に示した従来の光ヘッド装置では、これら複数種類のディスクのすべてを再生することは不可能である。

【0017】本発明は以上の点に鑑みなされたもので、基板厚さの異なる二種類のデジタルビデオディスクと追記型を含むコンパクトディスクのすべてを再生することが可能な光ヘッド装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するため、第1の波長の第1の光を出射する第1の光源と、第1の波長とは異なる第2の波長の第2の光を出射する第2の光源と、第1の光源からの第1の光と第2の光源からの第2の光とを合波して、第1又は第2の基板厚さの光記録媒体に導く一方、光記録媒体からの反射光を分波する光合波・分波手段と、光合波・分波手段で合波された光を光記録媒体に集光した後光記録媒体上で

反射させ、反射光は透過させると共に、自身の出射光が第1の基板厚さの光記録媒体の基板を透過する際に生じる球面収差を打ち消す第1の球面収差を有する対物レンズと、光合波・分波手段と対物レンズとの間に設けられた開口制限付ホログラム光学素子と、光合波・分波手段により分波された第1の波長の反射光を受光する第1の光検出光学系と、光合波・分波手段により分波された第2の波長の反射光を受光する第2の光検出光学系とを有する光ヘッド装置であって、開口制限付ホログラム光学素子を下記の構成としたものである。

【0019】すなわち、開口制限付ホログラム光学素子は、少なくとも透過光である0次光と+1次回折光を発生すると共に、第1の波長の+1次回折光に対し、対物レンズからの出射光が第2の基板厚さの光記録媒体の基板を透過する際に生じる第2の球面収差と対物レンズが有する第1の球面収差との和を打ち消す第3の球面収差を有するホログラム部が形成されていると共に、第1の波長の入射光に対してはすべて透過させ、第2の波長の入射光に対しては光束断面の中心部分のみを透過させる開口制限部が形成されている。

【0020】これにより、本発明では、第1の光源から出射され、開口制限付ホログラム光学素子を透過した第1の光を用いて、第1の記録密度で情報が記録された第1の基板厚さの光記録媒体の記録情報を再生し、第1の光源から出射され、開口制限付ホログラム光学素子で回折された+1次回折光を用いて第2の基板厚さの光記録媒体の記録情報を再生し、第2の光源から出射され、開口制限付ホログラム光学素子を透過した第2の光を用いて第2の記録密度で情報が記録された第1の基板厚さの光記録媒体の記録情報を再生するようにしたものである。

【0021】また、本発明における開口制限付ホログラム光学素子のホログラム部は、基板上に設けられた同心円状パターンのホログラムからなり、ホログラムの断面形状は対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域の外側では矩形状で、円形領域内では矩形とは異なる形状であることを特徴とする。

【0022】また、本発明における開口制限付ホログラム光学素子の開口制限部は、対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域の外側で、かつ、基板上のホログラム部が形成された面と反対側の面に設けられた波長フィルタ膜と、波長フィルタ膜上に設けられた位相補償膜とからなり、円形領域の外側では第1の波長の第1の光はほぼ完全に透過させ、第2の波長の第2の光はほぼ完全に反射させ、円形領域内に入射した光は第1及び第2の光共に完全に透過させる構成であることを特徴とする。

【0023】更に、本発明における開口制限付ホログラム光学素子の開口制限部は、第1の基板の表面の対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域の外側に回折

格子及び波長フィルタ膜が設けられ、第1の基板の裏面の円形領域の外側に位相補償膜が設けられ、表面にホログラム部が形成された第2の基板の裏面と該第1の基板の表面を接着剤で張り合せた構成であり、円形領域の外側では第1の波長の第1の光はほぼ完全に透過させ、第2の波長の第2の光はほぼ完全に反射回折させ、円形領域内に入射した光は第1及び第2の光共に完全に透過させる構成であることを特徴とする。

【0024】本発明の光ヘッド装置は、第1の光源からの第1の光と第2の光源からの第2の光とを合波して光記録媒体に導く一方、光記録媒体からの反射光を分波する光合波・分波手段と対物レンズとの間に開口制限付ホログラム光学素子を設け、この開口制限付ホログラム光学素子のホログラム部の、対物レンズの有効径よりも小径の円形領域の中心部分とその円形領域の外側の周辺部分とで回折効率を変えるようにしたため、開口制限付ホログラム光学素子における第1の波長の透過光と+1次回折光に対する実効的な開口数を変化させることができる。

【0025】また、本発明においては、開口制限付ホログラム光学素子の開口制限部により、第1の波長に対しては入射光を開口制限することなくすべて透過させ、第2の波長に対しては入射光の光束断面の中心部分（対物レンズの有効径より小径の円形領域）のみを透過させるようにしたため、開口制限付ホログラム光学素子における第2の波長の透過光に対する実効的な開口数を、第1の波長とは独立に設定することが可能である。

【0026】すなわち、本発明の光ヘッド装置は、基板厚さの異なる二種類の光記録媒体と同じ基板厚さで記録密度が異なる二種類の光記録媒体に対して最適な波長と対物レンズの開口数を選択することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明になる光ヘッド装置の第1の実施の形態の構成図を示す。同図中、モジュール11及びモジュール12には、半導体レーザと、ディスク17又は18からの反射光を受光する検出光学系が内蔵されている。モジュール11内の半導体レーザの出射光の波長は635nm、モジュール12内の半導体レーザの出射光の波長は785nmである。

【0028】ディスク17及び18はそれぞれ基板厚さが異なる光記録媒体で、ディスク17は基板厚さが0.6mmのデジタルビデオディスクで、ディスク18は基板厚さが1.2mmのデジタルビデオディスク又はコンパクトディスクである。再生時にはディスク17及び18の一方のみが図示しない回転機構にセットされて高速回転される。

【0029】波長フィルタ13はモジュール11からの第1の光とモジュール12からの第2の光とを合波して、コリメータレンズ14に導く一方、ディスク17又

は18からの反射光を分波する光合波・分波手段を構成しており、波長635nmの光をほぼ完全に透過させ、波長785nmの光をほぼ完全に反射させる働きをする。従って、モジュール11内の半導体レーザからの出射光は波長フィルタ13をほぼ損失なく透過し、モジュール12内の半導体レーザからの出射光は波長フィルタ13ではほぼ損失なく反射される。

【0030】コリメータレンズ14は入射光を平行光化する。対物レンズ16は、コリメータレンズ14から入射した光をディスク17又は18に集光した後反射させ、反射光は透過させると共に、自身の出射光がディスク18の基板を透過する際に生じる球面収差を打ち消す第1の球面収差を有する。開口制限付ホログラム光学素子15は、コリメータレンズ14と対物レンズ16との間に設けられ、後述するようにホログラム部と開口制限部がそれぞれ形成された構成で、波長635nmの透過光と+1次回折光に対する実効的な開口数を変化させ、また波長785nmの透過光の実効的な開口数を波長635nmのそれに対して独立に設定する。

【0031】次に、この実施の形態の動作について説明する。波長フィルタ13をほぼ損失なく透過したモジュール11内の半導体レーザからの出射光は、コリメータレンズ14で平行光化され、後述する構成の開口制限付ホログラム光学素子15に入射し、透過光と+1次回折光とに分けられる。開口制限付ホログラム光学素子15の往路の透過光は、平行光として対物レンズ16で基板厚さ1.2mmで第1の記録密度のディスク18（この場合、デジタルビデオディスク）上に集光されスポットを形成後反射される。ディスク18からの反射光は対物レンズ16を逆向きに透過し、再び開口制限付ホログラム光学素子15に入射し、透過光と+1次回折光に分けられる。

【0032】また、開口制限付ホログラム光学素子15の往路の+1次回折光は、収束光として対物レンズ16に入射し、これにより基板厚さ0.6mmのディスク17（デジタルビデオディスク）上に集光されスポットを形成後反射される。ディスク17からの反射光は対物レンズ16を逆向きに透過し、再び開口制限付ホログラム光学素子15に入射し、透過光と+1次回折光に分けられる。

【0033】ディスク18からの反射光のうち開口制限付ホログラム光学素子15の復路の透過光、及びディスク17からの反射光のうち開口制限付ホログラム光学素子15の復路の+1次回折光は、共に平行光としてコリメータレンズ14を逆向きに透過し、波長フィルタ13を透過したのち、モジュール11内の検出光学系で受光される。

【0034】一方、波長フィルタ13によりほぼ損失なく反射されたモジュール12内の半導体レーザからの出射光は、コリメータレンズ14で平行光化され、光束断



面の中心部分のみが開口制限付ホログラム光学素子15を透過した後、対物レンズ16で基板厚さ1.2mmで第2の記録密度のディスク(この場合はコンパクトディスク)18上に集光されスポットを形成後反射される。

【0035】ディスク18からの反射光は対物レンズ16を逆向きに透過し、再び開口制限付ホログラム光学素子15に入射する。この反射光のうち一部の光は、開口制限付ホログラム光学素子15とコリメータレンズ14を逆向きに透過し、波長フィルタ13で反射された後、モジュール12内の検出光学系で受光される。モジュール12内の半導体レーザの出射光の波長は785nmであるため、ディスク18が追記型コンパクトディスクである場合にも再生が可能である。なお、開口制限付ホログラム光学素子15と対物レンズ16は、アクチュエータで一体駆動される。

【0036】対物レンズ16は、対物レンズ16からの出射光が基板厚さ1.2mmのディスク18の基板を透過する際に生じる球面収差を打ち消す第1の球面収差を有する。また、開口制限付ホログラム光学素子15には、開口制限付ホログラム光学素子15における波長635nmの+1次回折光に対し、対物レンズ6からの出射光が基板厚さ0.6mmのディスク17の基板を透過する際に生じる第2の球面収差と、上記の対物レンズ16が有する第1の球面収差の和を打ち消すための、後述の図2(a)に示すような第3の球面収差を有するホログラム部が形成されている。

【0037】従って、開口制限付ホログラム光学素子15の透過光は、波長635nm及び785nmのいずれの場合も対物レンズ16によりディスク18上に無収差で集光され、波長635nmの開口制限付ホログラム光学素子15の+1次回折光は、対物レンズ16によりディスク17上に無収差で集光される。

【0038】図2は開口制限付ホログラム光学素子15の平面図を示す。図2(a)は表面側から見た平面図、同図(b)は裏面側から見た平面図である。また、図3

$$\eta_{s0} = \sin^2 \phi_s / \phi_s^2 \quad (4)$$

$$\eta_{s+1} = \sin^2 \phi_s / (\phi_s - \pi)^2 \quad (5)$$

ただし、

$$\phi_s = 2\pi(n-1)h/\lambda \quad (6)$$

例えば、 $h=345\text{nm}$ 、 $n=1.46$ のとき、 $\lambda=635\text{nm}$ に対しては、(6)式から $\phi_s = \pi/2$ であるから、(4)式及び(5)式から $\eta_{s0} = \eta_{s+1} = 0.405$ となる。また、 $\lambda=785\text{nm}$ に対しては、(6)式から $\phi_s = 0.404\pi$ であるから、(4)式から $\eta$

$$\eta_{R0} = \cos^2(\phi_R/2) \quad (7)$$

$$\eta_{R+1} = (4/\pi^2) \sin^2(\phi_R/2) \quad (8)$$

ただし、

は開口制限付ホログラム光学素子15の断面図を示す。開口制限付ホログラム光学素子15の表面には、図2(a)に示すように、図21に示したホログラム光学素子192と同様に同心円状の干渉縞のパターンからなるホログラム20が形成されており、+1次回折光に対しては前記した球面収差補正と共に凸レンズとしての働きをする。

【0039】従って、図1に示した対物レンズ16に対し、開口制限付ホログラム光学素子15は+1次回折光のディスク17上の集光位置を透過光のディスク18上の集光位置よりも近付けることができ、対物レンズ16からディスク17、18の表面までの距離をほぼ等しくすることができる。

【0040】開口制限付ホログラム光学素子15の表面には図2(a)に示すようなホログラム20を有するホログラム部が形成されており、開口制限付ホログラム光学素子15の裏面には図2(b)に示すように中心に円形の開口を有する開口制限部23が形成されている。上記のホログラム部は、図3に示すように、ガラス基板19の表面上にホログラム20が形成された構造である。ホログラム20は、対物レンズ16の有効径を2aとしたとき、これよりも小さい直径2bの領域内では鋸歯状で、直径2bの領域の外側では矩形形状の断面形状を有する。ホログラム20の中心部の直径2bの領域の断面形状を矩形形状でなく鋸歯状とすることにより、+1次回折光の効率が増加して不要な-1次回折光の効率を減少させることができる。

【0041】ここで、ホログラム20の直径2bの鋸歯状断面領域(以下、鋸歯領域と略す)におけるホログラム20の高さと、直径2bの外側の矩形断面領域(以下、矩形領域と略す)におけるホログラム20の高さを共に2hとし、また、屈折率をn、入射光の波長をλとすると、鋸歯領域における透過率 $\eta_{s0}$ 、+1次回折効率 $\eta_{s+1}$ は次式で与えられる。

【0042】

(4)

(5)

(6)

$s_0 = 0.566$ となる。

【0043】一方、矩形領域における透過率 $\eta_{R0}$ 、+1次回折効率 $\eta_{R+1}$ は次式で与えられる。

【0044】

(7)

(8)



$$\phi_R = 4\pi(n-1)h/\lambda$$

例えば、 $h=345\text{ nm}$ 、 $n=1.46$ のとき、 $\lambda=635\text{ nm}$ に対しては、(9)式から $\phi_R=\pi$ であるから、(7)式及び(8)式から $\eta_{R0}=0$ 、 $\eta_{R+1}=0.405$ となる。

【0045】すなわち、以上の計算結果からわかるように、開口制限付ホログラム光学素子15のホログラム部において、波長 $635\text{ nm}$ の光は、直径 $2b$ の鋸歯領域のみを $40.5\%$ が透過し、直径 $2a$ の領域全体にわたって+1次回折光として $40.5\%$ が回折される。また、波長 $785\text{ nm}$ の光は、上記ホログラム部の直径 $2b$ の鋸歯領域を $56.6\%$ が透過する。

【0046】一方、図2(b)に示した開口制限付ホログラム光学素子15の開口制限部23は、図3に示すように、ガラス基板19の裏面上に波長フィルタ膜21及び位相補償膜22が積層された構造である。波長フィルタ膜21及び位相補償膜22は、上記の直径 $2b$ よりも小さい直径 $2c$ の円形領域の外側にのみ形成されている。

【0047】波長フィルタ膜21は、波長 $635\text{ nm}$ の光をほぼ完全に透過させ、波長 $785\text{ nm}$ の光をほぼ完全に反射させる働きをする。また、位相補償膜22は、波長 $635\text{ nm}$ に対し、波長フィルタ膜21および位相補償膜22を通る光と空気中を通る光の位相差を $2\pi$

[rad.]に調整する働きをする。すなわち、開口制限付ホログラム光学素子15の開口制限部23は、波長 $635\text{ nm}$ の光を直径 $2a$ の領域内全体にわたって完全に透過させ、波長 $785\text{ nm}$ の光を直径 $2c$ の円形領域内では完全に透過させ、円形領域の外側では完全に反射させる。

【0048】波長フィルタ膜21は、例えばガラス基板19上に高屈折率層と低屈折率層が交互に奇数層堆積された構成である。上記の波長選択特性をもたせるためには、高屈折率層と低屈折率層の屈折率が $n_1$ 、 $n_2$ 、厚さが $d_1$ 、 $d_2$ のとき、 $n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = \lambda/4$  ( $\lambda=785\text{ [nm]}$ )とすればよい。高屈折率層としてTi

$$\eta_{F0} = \cos^2(\phi_F/2) \cos^2(\phi_F/4) \quad (10)$$

$$\eta_{F+1} = (8/\pi^2) \sin^2(\phi_F/2) \cos^2[(\phi_F - \pi)/4] \quad (11)$$

1)

ただし、

$$\phi_F = 2\pi(n-1)h/\lambda$$

例えば、 $h=345\text{ nm}$ 、 $n=1.46$ のとき、 $\lambda=635\text{ nm}$ に対しては、(12)式から $\phi_F=\pi/2$ であるから、(10)式及び(11)式から $\eta_{F0}=0.427$ 、 $\eta_{F+1}=0.346$ となる。また、 $\lambda=785\text{ nm}$ に対しては、(12)式から $\phi_F=0.404\pi$ である

$$\eta_{R0} = \cos^2(\phi_R/2) \quad (13)$$

$$\eta_{R+1} = (4/\pi^2) \sin^2(\phi_R/2) \quad (14)$$

)

ただし、

(9)

$\text{O}_2$ 、低屈折率層として $\text{SiO}_2$ を用いると、 $n_1=2.30$ 、 $n_2=1.46$ であるから、前記式から $d_1=85\text{ [nm]}$ 、 $d_2=134\text{ [nm]}$ となる。一方、位相補償膜22は、例えば波長フィルタ膜21上に $\text{SiO}_2$ を堆積させることにより作製できる。

【0049】本発明の光ヘッド装置の第2の実施の形態は、図1の構成図中、図2に示した開口制限付ホログラム光学素子15を、図4及び図5に示す開口制限付ホログラム光学素子25で置き換えた構成である。図4は開口制限付ホログラム光学素子25の平面図を示す。図4(a)は表面側から見た平面図、同図(b)は裏面側から見た平面図である。また、図5は開口制限付ホログラム光学素子25の断面図を示す。

【0050】開口制限付ホログラム光学素子25の表面には図4(a)に示すようなホログラム27を有するホログラム部が形成されており、開口制限付ホログラム光学素子25の裏面には図4(b)に示すように中心に円形の開口を有する開口制限部32が形成されている。上記のホログラム部は、図5に示すように、ガラス基板26の表面上にホログラム27が形成された構造である。ホログラム27は、対物レンズ16の有効径を $2a$ としたとき、これよりも小さい直径 $2b$ の領域内では4レベルの階段状で、直径 $2b$ の領域の外側では矩形形状の断面形状を有する。ホログラム27の中心部の直径 $2b$ の領域の断面形状を矩形形状でなく4レベルの階段状とすることにより、+1次回折光の効率が增加して不要な-1次回折光の効率を減少させることができる。

【0051】ここで、ホログラム27の直径 $2b$ の4レベルの階段状断面領域(以下、階段領域と略す)における各段の高さを $h/2$ 、直径 $2b$ の外側の矩形断面領域(以下、矩形領域と略す)におけるホログラム27の高さを $3h/2$ とし、また、屈折率を $n$ 、入射光の波長を $\lambda$ とすると、階段領域における透過率 $\eta_{F0}$ 、+1次回折効率 $\eta_{F+1}$ は次式で与えられる。

【0052】

$$(10)$$

$$(11)$$

$$(12)$$

から、(10)式から $\eta_{F0}=0.585$ となる。

【0053】一方、矩形領域における透過率 $\eta_{R0}$ 、+1次回折効率 $\eta_{R+1}$ は次式で与えられる。

【0054】

$$(13)$$

$$(14)$$

$$\phi_R = 3\pi(n-1)h/\lambda$$

例えば、 $h=345\text{ nm}$ 、 $n=1.46$ のとき、 $\lambda=635\text{ nm}$ に対しては、(15)式から $\phi_R=3\pi/4$ であるから、(13)式及び(14)式から $\eta_{R0}=0.146$ 、 $\eta_{R+1}=0.346$ となる。

【0055】すなわち、以上の計算結果からわかるように、開口制限付ホログラム光学素子25のホログラム部において、波長 $635\text{ nm}$ の光は、直径 $2b$ の階段領域内を $42.7\%$ 、階段領域外を $14.6\%$ が透過し、直径 $2a$ の領域全体にわたって+1次回折光として $34.6\%$ が回折される。透過光の往復の効率、直径 $2b$ の階段領域内では $18.2\%$ 、階段領域外では $2.1\%$ となり、後者は前者に比べて無視できるレベルである。また、波長 $785\text{ nm}$ の光は、上記ホログラム部の直径 $2b$ の階段領域を $58.5\%$ が透過する。

【0056】一方、図4(b)に示した開口制限付ホログラム光学素子25の開口制限部32は、図5に示すように、表面上に回折格子29及び波長フィルタ膜30が設けられ、裏面上に位相補償膜31が形成されたガラス基板28の表面をガラス基板26の裏面に接着剤33を介して貼り合わせた構造である。回折格子29、波長フィルタ膜30及び位相補償膜31は、上記の直径 $2b$ よりも小さい直径 $2c$ の円形領域の外側にのみ形成されている。

【0057】波長フィルタ膜30は、波長 $635\text{ nm}$ の光をほぼ完全に透過させ、波長 $785\text{ nm}$ の光をほぼ完全に反射させる働きをする。また、位相補償膜31は、波長 $635\text{ nm}$ に対し、回折格子29、波長フィルタ膜30および位相補償膜31を通る光と接着剤33及び空気中を通る光の位相差を $2\pi[\text{rad.}]$ に調整する働きをする。

【0058】回折格子29はガラス基板28上への $\text{SiO}_2$ の堆積、ガラス基板28のエッチング等により作成される。回折格子29は波長フィルタ膜30の透過光に対しては回折格子として働かず、波長フィルタ膜30の反射光に対しては $\cos^2(\phi/2)$ （ただし、 $\phi=4\pi nh/\lambda$ ）で表される反射率で光を反射又は回折する。ここで、 $h$ は回折格子29の厚さ、 $n$ は屈折率、 $\lambda$ は入射光の波長である。従って、例えば、回折格子29の厚さ $h$ を $134\text{ nm}$ 、屈折率 $n$ を $1.46$ とすると、入射光の波長 $\lambda$ が $785\text{ nm}$ のときは $\phi=\pi$ であるから反射率は $0\%$ となる。

【0059】すなわち、開口制限付ホログラム光学素子25の開口制限部32は、波長 $635\text{ nm}$ の光を直径 $2a$ の領域内全体にわたって完全に透過させ、波長 $785\text{ nm}$ の光を直径 $2c$ の円形領域内では完全に透過させ、円形領域の外側では完全に反射回折させる。

【0060】波長フィルタ膜30は、例えばガラス基板28上に高屈折率層と低屈折率層が交互に奇数層堆積された構成である。上記の波長選択特性をもたせるために

(15)

は、高屈折率層と低屈折率層の屈折率が $n_1$ 、 $n_2$ 、厚さが $d_1$ 、 $d_2$ のとき、 $n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2 = \lambda/4$ （ $\lambda=785[\text{nm}]$ ）とすればよい。高屈折率層として $\text{TiO}_2$ 、低屈折率層として $\text{SiO}_2$ を用いると、 $n_1=2.30$ 、 $n_2=1.46$ であるから、前記式から $d_1=85[\text{nm}]$ 、 $d_2=134[\text{nm}]$ となる。

【0061】一方、位相補償膜31は、例えばガラス基板28の裏面上に $\text{SiO}_2$ を堆積させることにより作製できる。接着剤33には、回折格子29と屈折率がほぼ同じ材料を用いる。また、回折格子29のパターンは、図4(b)に示すような直線状でなく、同心円状等の他の形状でも構わない。

【0062】図6は開口制限付ホログラム光学素子25のホログラム部の断面の拡大図を示す。図6(a)はガラス基板26上に $\text{SiO}_2$ 35を堆積させて作成したホログラム部の断面、図6(b)はガラス基板36をエッチングして作成したホログラム部の断面を示す。どちらも作成には2枚のフォトマスクが用いられる。図6

(a)の作成方法では、1枚目のフォトマスクを用いて、階段領域中の領域F1及び矩形領域中の領域R1にそれぞれ $\text{SiO}_2$ を高さ $h$ だけ堆積した後、2枚目のフォトマスクを用いて階段領域中の領域F2及びF3と矩形領域中の領域R1の上部の領域R2にそれぞれ $\text{SiO}_2$ を高さ $h/2$ だけ堆積する。

【0063】これに対し、図6(b)の作成方法では、1枚目のフォトマスクを用いて、階段領域中の領域F1及び矩形領域中の領域R11にそれぞれ深さ $h$ のエッチングを行った後、2枚目のフォトマスクを用いて階段領域中の領域F12とF13と矩形領域中の領域R11の下側の領域R12のそれぞれに深さ $h/2$ のエッチングを行う。

【0064】図3及び図5に断面を示した開口制限付ホログラム光学素子15及び25における、波長 $635\text{ nm}$ の透過光と+1次回折光、波長 $785\text{ nm}$ の透過光に対する実効的な開口数は、対物レンズ16の焦点距離を $f$ とすると、それぞれ $b/f$ 、 $a/f$ 、 $c/f$ で与えられる。従って、例えば $f=3[\text{mm}]$ 、 $a=1.8[\text{mm}]$ 、 $b=1.56[\text{mm}]$ 、 $c=1.35[\text{mm}]$ とすると、 $a/f=0.6$ 、 $b/f=0.52$ 、 $c/f=0.45$ となる。

【0065】従って、図3及び図5に断面を示した開口制限付ホログラム光学素子15又は25を備え、図1に示す如き構成の本発明の実施の形態によれば、波長 $635\text{ nm}$ と開口数 $0.6$ の組合せで基板厚さ $0.6\text{ mm}$ のデジタルビデオディスクを再生でき、また、波長 $635\text{ nm}$ と開口数 $0.52$ の組合せで基板厚さ $1.2\text{ mm}$ で第1の記録密度のデジタルビデオディスクを再生でき、更に波長 $785\text{ nm}$ と開口数 $0.45$ の組合せで基板厚さ $1.2\text{ mm}$ で第2の記録密度の追記型を含むコン

パクトディスクを再生することができる。本発明はさらに、再生専用型や追記型のみならず、書換型の相変化ディスクや光磁気ディスクにも適用できる。

【0066】なお、開口制限付ホログラム光学素子15及び25は、プラスチック又はガラスによる一体成形で作成することも可能である。また、ホログラム部を対物レンズ16上に直接形成することにより、開口制限付ホログラム光学素子15、25を対物レンズ16と一体化することも可能である。

【0067】次に、本発明の光ヘッド装置の実施の形態に用いる波長フィルタの構成について説明する。図7は図1に13で示した波長フィルタの各例の構成図を示す。図7(a)に示す波長フィルタ13は、二つのガラスのブロック41及び42を誘電体多層膜43を介して貼り合わせたものである。図7(a)に示すように、波長635nmの入射光44は、誘電体多層膜43に入射角45度で入射し、ほぼ完全に透過して直進する。一方、波長785nmの入射光45は、誘電体多層膜43に入射角45度で入射し、ほぼ完全に反射されて進行方向が90度曲げられる。

【0068】図7(b)に示す波長フィルタ47は、三つのガラスのブロック48、49及び50のうちブロック48及び49を誘電体多層膜51を介して貼り合わせ、かつ、ブロック49及び50を誘電体多層膜52を介して貼り合わせたものである。図7(b)に示すように、波長635nmの入射光44は、ブロック50を介して誘電体多層膜52に入射角22.5度で入射し、ほぼ完全に透過してブロック49を介して直進する。一方、波長785nmの入射光45は、図7(b)に示すように、ブロック49を介して誘電体多層膜51に入射角22.5度で入射し、ここではほぼ完全に反射された後、誘電体多層膜52に入射角22.5度で入射し、ここでもほぼ完全に反射されることにより、進行方向が90度曲げられてブロック49を介して出射する。一般に、波長フィルタは誘電体多層膜への入射角が小さいほど設計が容易である。

【0069】図7(a)、(b)に示す波長フィルタ13、47で用いられる誘電体多層膜43、51及び52は、波長635nmの入射光44をほぼ完全に透過させ、波長785nmの入射光45をほぼ完全に反射させるように設計されているが、波長785nmの光をほぼ完全に透過させ、波長635nmの光をほぼ完全に反射させるように設計することも可能である。この場合は、図1のモジュール11内の半導体レーザの波長を785nm、モジュール12内の半導体レーザの波長を635nmにそれぞれ変更すればよい。

【0070】また、半導体レーザからの出射光の偏光方向とディスクからの反射光の偏光方向が同じ場合は、波長フィルタの代わりに偏光ビームスプリッタを用いることも可能である。例えば、波長635nm、785nm

の光を偏光ビームスプリッタにそれぞれP偏光、S偏光として入射させることにより、前者はほぼ完全に透過し、後者はほぼ完全に反射される。

【0071】次に、本発明の光ヘッド装置を再生専用型のディスクの光ヘッド装置に適用した場合のモジュールについて説明する。図8はこの場合のモジュールの一例の構成図を示す。同図に示すように、このモジュールは、半導体レーザ54及び光検出器55を収納したパッケージ56と、半導体レーザ54の出射レーザ光の光路中にあるパッケージ56の窓部に、スペーサ59を挟んで設けられた回折格子57及びホログラム光学素子58とから構成される。回折格子57及びホログラム光学素子58は、ガラス基板上にSiO<sub>2</sub>でパターンが形成された構造であり、入射光の一部を透過、一部を回折させる働きをする。

【0072】次に、このモジュールの動作について説明するに、半導体レーザ54からの出射レーザ光は、直進して回折格子57で透過光と±1次回折光の三つの光に分けられ、それぞれホログラム光学素子58を約50%が透過して図示しないディスクに向かう。ディスクで反射された三つの光は、それぞれホログラム光学素子58に入射してここで±1次回折光として約40%が回折され、回折格子57を透過して光検出器55で受光される。

【0073】図9は図8のモジュールにおける半導体レーザ54の光検出器55への実装形態の各例を示す。図9(a)はガラスのミラーを用いた場合である。半導体レーザ54は、光検出器55上にヒートシンク61を介して設置されている。半導体レーザ54から側方に出射された光は、ガラスのミラー62の傾斜面で反射されて図の上方に向かう。

【0074】また、図9(b)は光検出器55にエッチングで形成されたミラーを用いた場合である。光検出器55は上部に凹部63と傾斜面のミラー64がエッチングで形成され、半導体レーザ54が光検出器55にエッチングで形成された凹部63に設置されている。これにより、半導体レーザ54から側方に出射された光は、光検出器55にエッチングで形成されたミラー64で反射されて図の上方に向かう。

【0075】図10(a)は図8のモジュール中の回折格子57の干渉縞のパターン、図10(b)は図8のモジュール中のホログラム光学素子58の干渉縞のパターンをそれぞれ示す。回折格子57は中心付近の領域66にのみパターンを有する。半導体レーザ54からの出射光は領域66の内部を通り、ディスクからの反射光は領域66の外部を通る。

【0076】また、ホログラム光学素子58は図10(b)に示すように、オフアクシスの同心円状のパターンを有し、+1次回折光に対しては凸レンズ、-1次回折光に対しては凹レンズとしての働きをする。

【0077】図11は図8のモジュール中の光検出器55の受光部のパターンと、受光部上の光スポットの配置の一例を示す。図11において、光検出器55の中央やや下の位置に半導体レーザ54が設けられ、かつ、半導体レーザ54の出射光を反射するためのミラー70が設けられている。また、ミラー70の設置位置を挟んで図中、左側に受光部71、72及び73が、また右側に受光部74、75及び76がそれぞれ配置されている。更に、受光部71、74の図中上側にそれぞれ受光部77、78が設けられ、受光部73、76の図中下側にそれぞれ受光部79、80が設けられている。受光部71、72及び73全体の受光面積と、受光部74、75及び76全体の受光面積とは同一で、受光部77、78、79及び80の各受光面積とはほぼ同一である。

【0078】図8に示した回折格子57の往路の透過光のうち、復路のホログラム光学素子58の+1次回折光は、図11に示す3分割された受光部71～73上に光スポット81を形成し、復路のホログラム光学素子58の-1次回折光は、3分割された受光部74～76上に光スポット82を形成する。また、回折格子57の往路の+1次回折光のうち、復路のホログラム光学素子58の±1次回折光は、それぞれ受光部77、78上に光スポット83、84を形成し、回折格子57の往路の-1次回折光のうち、復路のホログラム光学素子58の±1次回折光は、それぞれ受光部79、80上に光スポット85、86を形成する。

【0079】受光部71～73、77、79は集光点の後方に位置しており、受光部74～76、78、80は集光点の前方に位置している。受光部71～80によりそれぞれ光電変換して得られた電気信号のレベルをそれぞれV71～V80で表わすと、フォーカス誤差信号は公知のスポットサイズ法により、 $\{(V71+V73+V75)-(V72+V74+V76)\}$ の演算から得られ、トラック誤差信号は公知の3ビーム法により、 $\{(V77+V78)-(V79+V80)\}$ の演算から得られる。また、ディスクの再生信号は、 $(V71+V72+V73+V74+V75+V76)$ の演算から得られる。

【0080】次に、本発明の光ヘッド装置を追記型のディスク又は書換型の相変化ディスクの光ヘッド装置に適用した場合のモジュールについて説明する。図12はこの場合のモジュールの一例の構成図を示す。同図に示すように、このモジュールは、半導体レーザ90、光検出器91を収納したパッケージ92と、半導体レーザ90の出射レーザ光の光路中にあるパッケージ92の窓部に設けられた偏光性ホログラム光学素子93と1/4波長板94から構成される。

【0081】偏光性ホログラム光学素子93は、図13に示すように、複屈折性を有するニオブ酸リチウム基板96上にプロトン交換領域97と位相補償膜98でパ

ーンが形成された構造であり、入射光のうち常光はすべて透過させ、異常光はすべて回折させる働きをする。

【0082】次に、図12のモジュールの動作について説明するに、半導体レーザ90からの出射光は、偏光性ホログラム光学素子93に常光として入射してすべて透過し、1/4波長板94で直線偏光から円偏光に変換されて図示しないディスクに向かう。ディスクからの反射光は、1/4波長板94に入射して円偏光から直線偏光に変換された後、偏光性ホログラム光学素子93に異常光として入射し、±1次回折光として約80%が回折されて光検出器91で受光される。半導体レーザ90の光検出器91への実装形態は図9と同様である。

【0083】図14は偏光性ホログラム光学素子93の干渉縞のパターンを示す。同図に示すように、偏光性ホログラム光学素子93は四つの領域101～104に分割された構成である。また、偏光性ホログラム光学素子93の光学軸105は、半導体レーザ90からの出射光の偏光方向と垂直な方向に設定されている。

【0084】図15は図12に示したモジュールの光検出器91の受光部のパターンと受光部上の光スポットの配置の一例を示す。図15において、光検出器91の中央やや下の位置に半導体レーザ90が設けられ、かつ、半導体レーザ90の出射光を反射するためのミラー107が設けられている。また、ミラー107の設置位置を挟んで図中、左側に2分割された受光部109及び110が、また右側に2分割された受光部111及び112がそれぞれ配置されている。更に、受光部109、111の図中上側にそれぞれ受光部113、114が設けられ、受光部110、112の図中下側にそれぞれ受光部115、116が設けられている。

【0085】図12及び図14に示した偏光性ホログラム光学素子93の領域103からの+1次回折光は、図15に示すように2分割された受光部109、110の分割線上に光スポット118を形成し、領域103からの-1次回折光は受光部116上に光スポット122を形成する。偏光性ホログラム光学素子93の図14の領域104からの+1次回折光は、図15に示すように2分割された受光部111、112の分割線上に光スポット119を形成し、領域104からの-1次回折光は受光部115上に光スポット123を形成する。

【0086】また、偏光性ホログラム光学素子93の図14に示した領域102からの±1次回折光は、図15に示すように、それぞれ受光部113、116上に光スポット120、124を形成し、図14に示した領域101からの±1次回折光は、図15に示すように、それぞれ受光部114、115上に光スポット121、125を形成する。

【0087】これらのすべての受光部109～116により光電変換されて得られた電気信号のレベルをそれぞれV109～V116で表わすと、フォーカス誤差信号

は公知のフーコー法により、 $\{(V109+V112)-(V110+V111)\}$ の演算から得られ、トラック誤差信号は公知のプッシュプル法により、 $(V113-V114)$ の演算から得られる。また、ディスクの再生信号は、 $(V115+V116)$ の演算から得られる。

【0088】次に、本発明の光ヘッド装置を書換型の光磁気ディスクの光ヘッド装置に適用した場合のモジュールについて説明する。図16はこの場合のモジュールの一例の構成図を示す。同図に示すように、このモジュールは、半導体レーザ126、光検出器127、マイクロプリズム128及び129を収納したパッケージ130と、半導体レーザ126の出射レーザ光の光路中にあるパッケージ130の窓部にスペーサ133を挟んで設けられた偏光性回折格子131、ホログラム光学素子132から構成されている。偏光性回折格子131は、図13に示した偏光性ホログラム光学素子93と同様の構造であり、入射光のうち常光は一部を透過、一部を回折させ、異常光はすべて回折させる働きをする。

【0089】次に、図16のモジュールの動作について説明する。図16において、半導体レーザ126からの出射レーザ光は、ホログラム光学素子132を約80%が透過し、偏光性回折格子131に常光として入射し、約90%が透過して図示しないディスクに向かう。一方、ディスクからの反射光のうち、常光成分の約8%と異常光成分の約80%は偏光性回折格子131で±1次回折光として回折され、そのうち+1次回折光はマイクロプリズム128を介して、-1次回折光はマイクロプリズム129を介して光検出器127で受光される。また、常光成分の約90%は偏光性回折格子131を透過してホログラム光学素子132に入射し、±1次回折光として約16%が回折されて光検出器127で受光される。半導体レーザ126の光検出器127への実装形態は図9と同様である。

【0090】図17(a)は図16のモジュール中の偏光性回折格子131の干渉縞のパターン、図17(b)は図16のモジュール中のホログラム光学素子132の干渉縞のパターンをそれぞれ示す。偏光性回折格子131の光学軸135は、半導体レーザ126からの出射光の偏光方向と垂直な方向に設定されている。また、ホログラム光学素子132は図17(b)に示すように中心付近にのみ、四つの領域136～139に分割されたパターンを有している。

【0091】ディスクからの反射光のうち、偏光性回折格子131の透過光は領域136～139の内部を通り、偏光性回折格子131の±1次回折光は領域136～139の外部を通る。ホログラム光学素子132の領域136、137はオフアクシスの同心円状のパターンを有し、+1次回折光に対しては凸レンズ、-1次回折光に対しては凹レンズとしての働きをする。

【0092】図18は図16のモジュール中のマイクロプリズム128の構成を示す。マイクロプリズム128は、三つのガラスのブロック141、142及び143のうち、ブロック141と142を誘電体多層膜145を介して貼り合わせ、ブロック142と143を誘電体多層膜146を介して貼り合わせたものである。

【0093】この構成のマイクロプリズム128によれば、入射光147のP偏光成分はブロック142、誘電体多層膜146及びブロック143をほぼ完全に透過して透過光148となる。一方、入射光147のS偏光成分は誘電体多層膜146、145で二回ほぼ完全に反射され、更にブロック142を透過して反射光149となる。マイクロプリズム129の構成も図18と同様である。

【0094】図19は図16に示したモジュール中の光検出器127の受光部のパターンと、受光部上の光スポットの配置の一例を示す。図19において、光検出器127の中央やや下の位置に半導体レーザ126が設けられ、かつ、半導体レーザ126の出射光を反射するためのミラー150が設けられている。また、図中、左斜め上に受光部151及び152が設けられ、右斜め下に受光部153及び154が設けられている。

【0095】また、ミラー150の設置位置を挟んで図中、左側に3分割された受光部155、156及び157が、また右側に3分割された受光部158、159及び160がそれぞれ配置されている。更に、受光部155、158の図中上側にそれぞれ受光部161、162が設けられ、受光部157、160の図中下側にそれぞれ受光部163、164が設けられている。

【0096】この光検出器127において、図16に示した偏光性回折格子131からの+1次回折光は、マイクロプリズム128を検光子として図18に示したように透過光と反射光に分離され、透過光は図19に示すように受光部151上に光スポット171を形成し、反射光は受光部152上に光スポット172を形成する。また、偏光性回折格子131からの-1次回折光は、マイクロプリズム129を検光子として透過光と反射光に分離され、透過光は図19に示すように受光部153上に光スポット173を形成し、反射光は受光部154上に光スポット174を形成する。

【0097】一方、ホログラム光学素子132の図17(b)に示した領域136、137からの+1次回折光は、図19に示すように3分割された受光部155～157上にそれぞれ光スポット175、176を形成し、上記領域136、137からの-1次回折光は、3分割された受光部158～160上にそれぞれ光スポット177、178を形成する。受光部155～157は集光点の後方に位置しており、受光部158～160は集光点の前方に位置している。

【0098】また、ホログラム光学素子132の図17



(b)に示した領域138からの±1次回折光は、図19に示すように、それぞれ受光部161、164上に光スポット179、181を形成する。更に、ホログラム光学素子132の図17(b)に示した領域139からの±1次回折光は、図19に示すように、それぞれ受光部162、163上に光スポット180、182を形成する。

【0099】この光検出器127におけるすべての受光部151～164によりそれぞれ光電変換されて得られた電気信号のレベルをそれぞれV151～V164で表わすと、フォーカス誤差信号は公知のスポットサイズ法により、 $\{(V155+V157+V159)-(V156+V158+V160)\}$ の演算から得られ、トラック誤差信号は公知のアッシュブル法により、 $\{(V161+V164)-(V162+V163)\}$ の演算から得られる。また、ディスクの再生信号は、 $\{(V151+V153)-(V152+V154)\}$ の演算から得られる。

【0100】なお、図1に示した本発明の光ヘッド装置の実施の形態は、小型化のために半導体レーザと検出光学系を内蔵した二個のモジュール11及び12を用いた構成であるが、本発明はこれに限定されるものではなく、半導体レーザと検出光学系を別々に設けた二組のブロックを用いた構成も可能である。また、開口制限付ホログラム光学素子25のホログラム部の対物レンズの有効径よりも小なる直径の円形領域内の断面形状は、4レベル以上の階段数の階段形状でもよい。

【0101】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、第1の光源からの第1の光と第2の光源からの第2の光とを合波して光記録媒体に導く一方、光記録媒体からの反射光を分波する光合波・分波手段と対物レンズとの間に開口制限付ホログラム光学素子を設け、この開口制限付ホログラム光学素子のホログラム部の、対物レンズの有効径よりも小径の円形領域の中心部分とその円形領域の外側の周辺部分とで回折効率を変えるようにしたため、開口制限付ホログラム光学素子における第1の波長の透過光と+1次回折光に対する実効的な開口数を変化させることができる。

【0102】また、本発明においては、開口制限付ホログラム光学素子の開口制限部により、第1の波長に対しては入射光を開口制限することなくすべて透過させ、第2の波長に対しては入射光の光束断面の中心部分(対物レンズの有効径より小径の円形領域)のみを透過させるようにしたため、開口制限付ホログラム光学素子における第2の波長の透過光に対する実効的な開口数を、第1の波長とは独立に設定することが可能である。

【0103】従って、本発明によれば、基板厚さの異なる二種類の光記録媒体と同じ基板厚さで記録密度が異なる二種類の光記録媒体に対して、最適な波長と対物レン

ズの実効的な開口数を選択することができ、開口制限付ホログラム光学素子を透過した第1の波長の光を用いて第1の記録密度で情報が記録された第1の基板厚さの光記録媒体の記録情報を再生でき、第1の波長の+1次回折光を用いて、第2の基板厚さの光記録媒体の記録情報を再生でき、第2の波長の開口制限付ホログラム光学素子の透過光を用いて、第2の記録密度で情報が記録された第1の基板厚さの光記録媒体の記録情報を再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光ヘッド装置の第1の実施の形態の構成を示す図である。

【図2】本発明の光ヘッド装置の第1の実施の形態に用いる開口制限付ホログラム光学素子の平面図である。

【図3】図2の開口制限付ホログラム光学素子の断面図である。

【図4】本発明の光ヘッド装置の第2の実施の形態に用いる開口制限付ホログラム光学素子の平面図である。

【図5】図4の開口制限付ホログラム光学素子の断面図である。

【図6】図4の開口制限付ホログラム光学素子のホログラム部の断面拡大図である。

【図7】本発明の光ヘッド装置の実施の形態に用いる波長フィルタの構成を示す図である。

【図8】図1の実施の形態を再生専用型のディスクに適用した場合のモジュールの構成を示す図である。

【図9】図8のモジュールにおける半導体レーザの光検出器への実装形態を示す図である。

【図10】図8のモジュールにおける回折格子およびホログラム光学素子の干渉縞のパターンを示す図である。

【図11】図8のモジュールにおける、光検出器の受光部のパターンと受光部上の光スポットの配置の一例を示す図である。

【図12】本発明の光ヘッド装置の実施の形態を追記型のディスクまたは書換型の相変化ディスクに適用した場合のモジュールの構成を示す図である。

【図13】図12のモジュールにおける、偏光性ホログラム光学素子の一例の構造を示す図である。

【図14】図12のモジュールにおける、偏光性ホログラム光学素子の干渉縞のパターンを示す図である。

【図15】図12のモジュールにおける、光検出器の受光部のパターンと受光部上の光スポットの配置を示す図である。

【図16】本発明の光ヘッド装置の実施の形態を書換型の光磁気ディスクに適用した場合のモジュールの構成を示す図である。

【図17】図16のモジュールにおける、偏光性回折格子およびホログラム光学素子の干渉縞のパターンを示す図である。

【図18】図16のモジュールにおける、マイクロプ

ズムの構成を示す図である。

【図19】図16のモジュールにおける、光検出器の受光部のパターンと受光部上の光スポットの配置を示す図である。

【図20】従来の光ヘッド装置の一例の構成を示す図である。

【図21】図20の装置で用いるホログラム光学素子の平面図である。

【図22】図20の装置で用いるホログラム光学素子の断面図である。

【符号の説明】

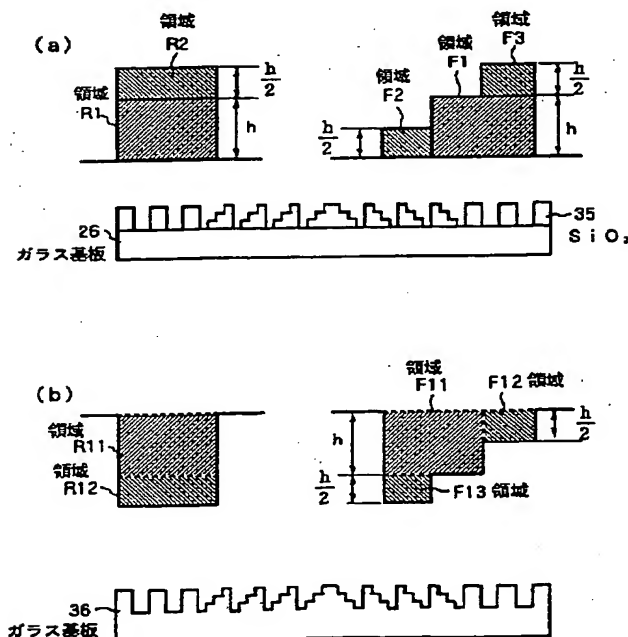
- 11、12 モジュール
- 13、47 波長フィルタ
- 14 コリメータレンズ
- 15、25 開口制限付ホログラム光学素子
- 16 対物レンズ
- 17 基板厚さ0.6mmのディスク
- 18 基板厚さ1.2mmのディスク
- 19、26、28、36 ガラス基板
- 20、27 ホログラム
- 21、30 波長フィルタ膜
- 22、31、98 位相補償膜
- 23、32 開口制限部
- 29、57 回折格子
- 33 接着剤

35  $\text{SiO}_2$

- 41、42、48～50、141～143 ブロック
- 43、51、52、145、146 誘電体多層膜
- 44、45、147 入射光
- 54、90、126 半導体レーザ
- 55、91、127 光検出器
- 56、92、130 パッケージ
- 58、132 ホログラム光学素子
- 59、133 スペース
- 61 ヒートシンク
- 62、64、70、107、150 ミラー
- 63 凹部
- 66、101～104、136～139 領域
- 71～80、109～116、151～164 受光部
- 81～86、118～125、171～182 光スポット
- 93 偏光性ホログラム光学素子
- 94  $1/4$ 波長板
- 96 ニオブ酸リチウム基板
- 97 プロトン交換領域
- 105、135 光学軸
- 128、129 マイクロプリズム
- 131 偏光性回折格子
- 148 透過光
- 149 反射光

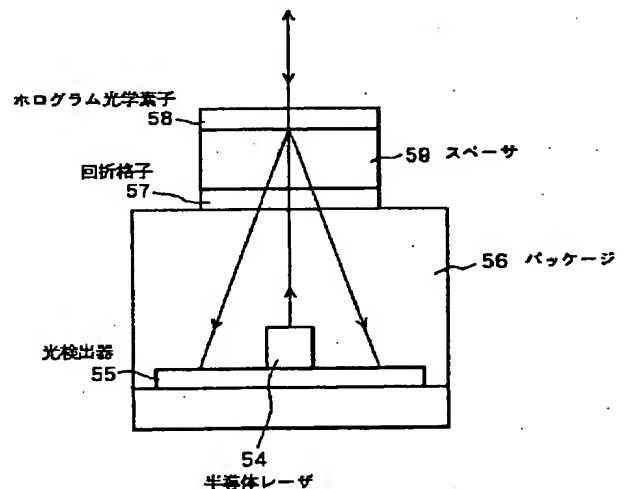
【図6】

図4の開口制限付ホログラム光学素子のホログラム部の断面拡大図



【図8】

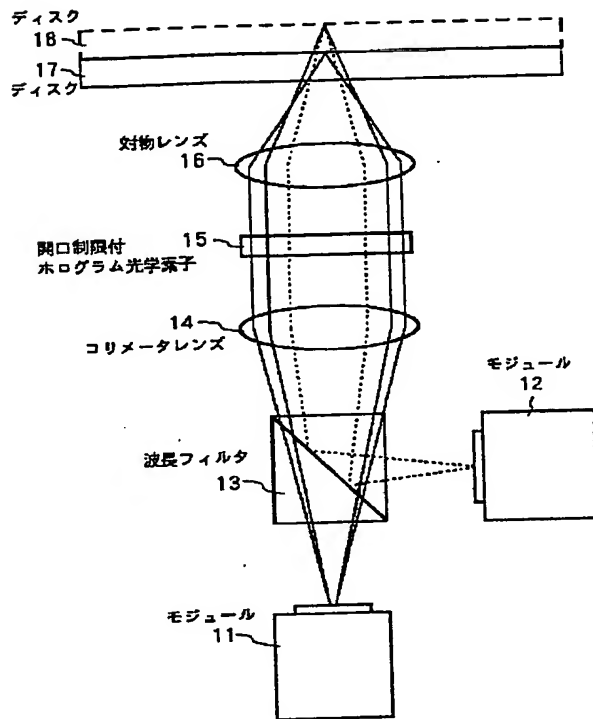
図1中のモジュールの一例の構成図





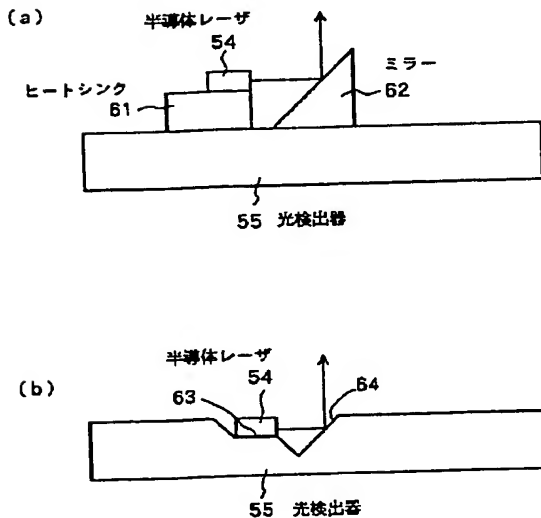
【図1】

本発明装置の一実施の形態の構成図



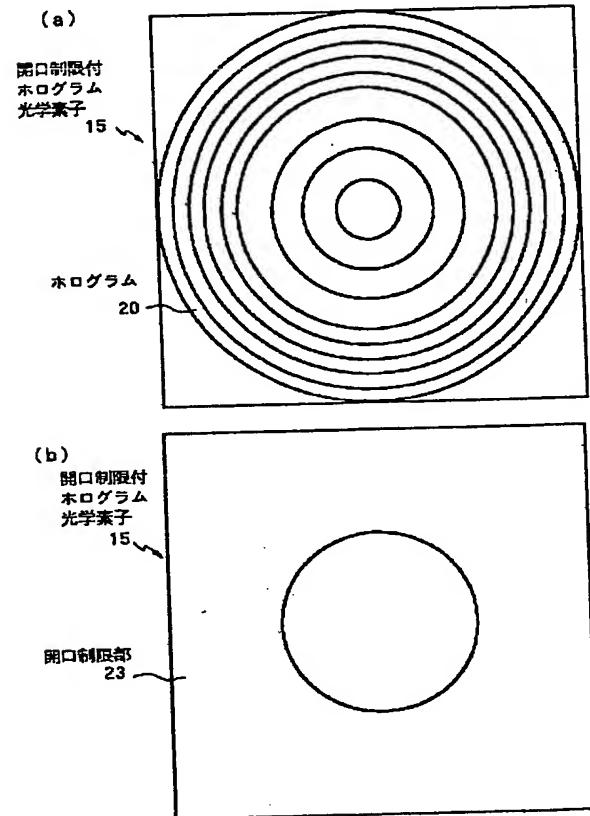
【図9】

図6のモジュールの要部の実装形態の各例



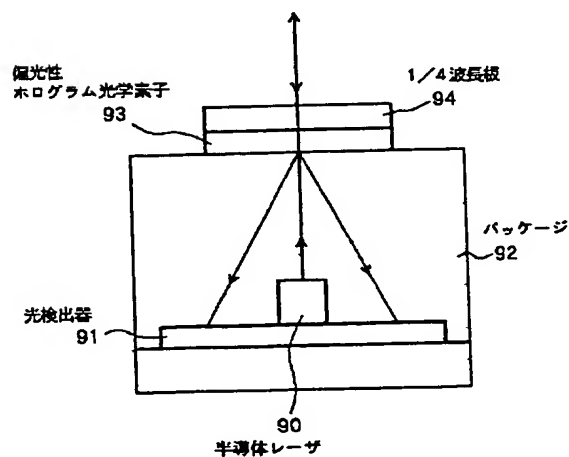
【図2】

本発明装置の第1の実施の形態に用いる開口制限付ホログラム光学素子の平面図



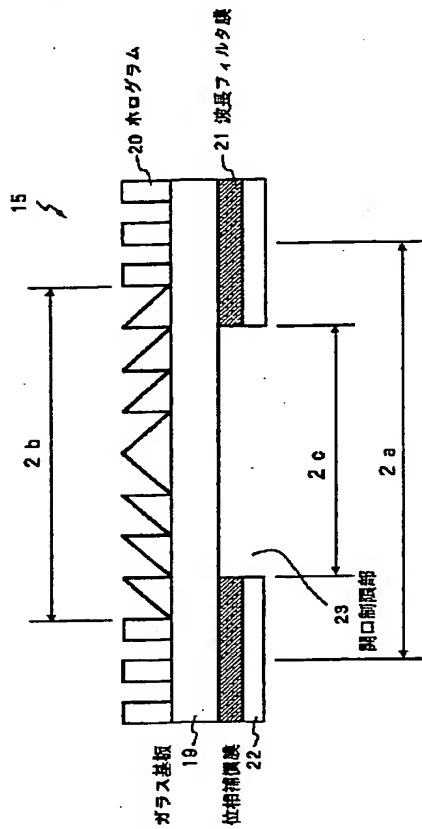
【図12】

図1中のモジュールの他の例の構成図



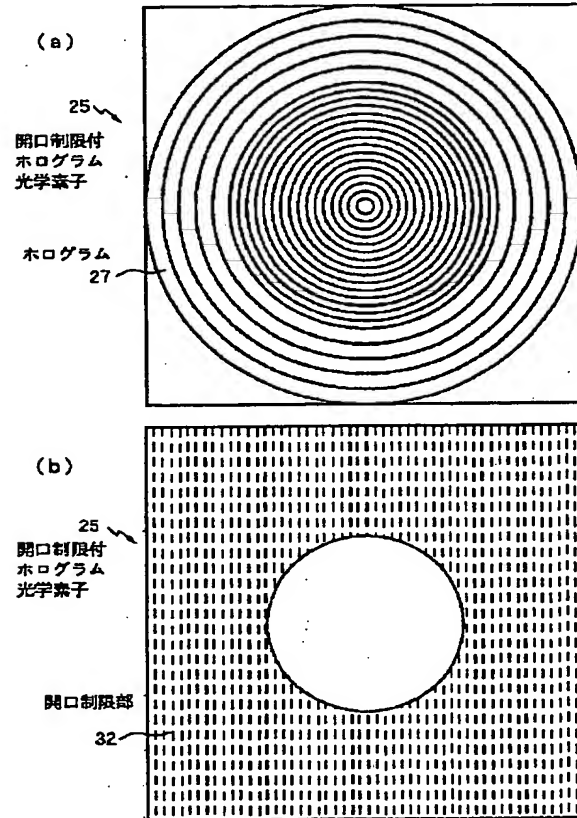
【図3】

図2の開口制限付ホログラム光学素子の断面図



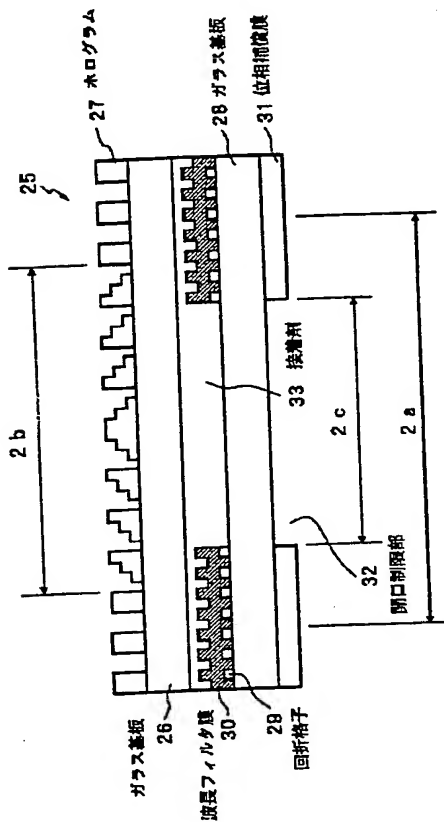
【図4】

本発明装置の第2の実施の形態に用いる開口制限付ホログラム光学素子の平面図



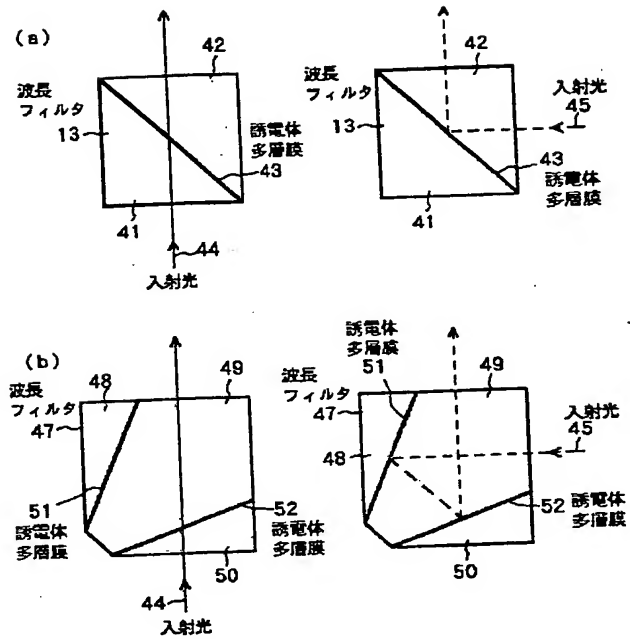
【図5】

図4の開口制限付ホログラム光学素子の断面図



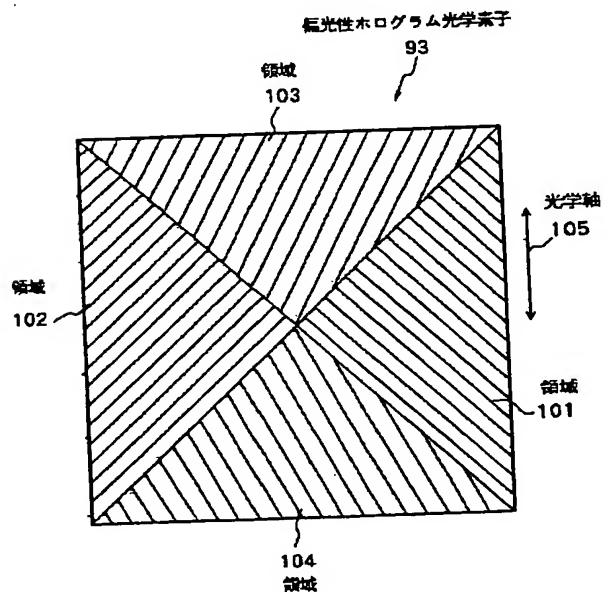
【図7】

波長フィルタの各例の構成図



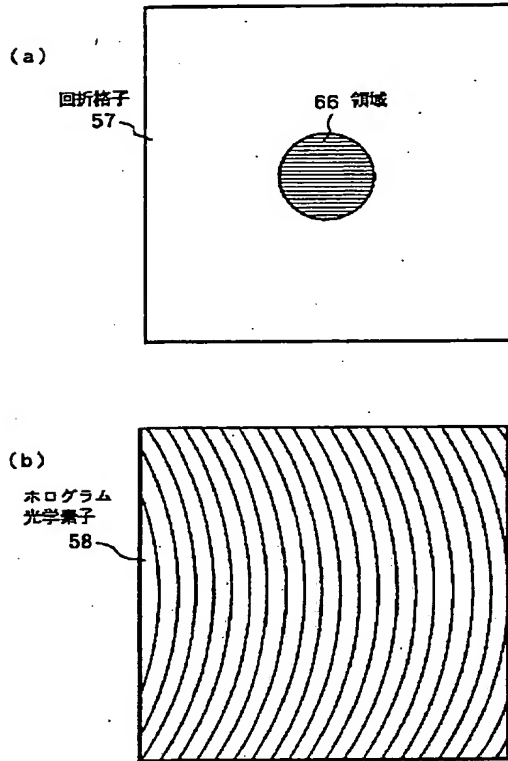
【図14】

図12のモジュールの偏光性ホログラム光学素子の干渉縞のパターン



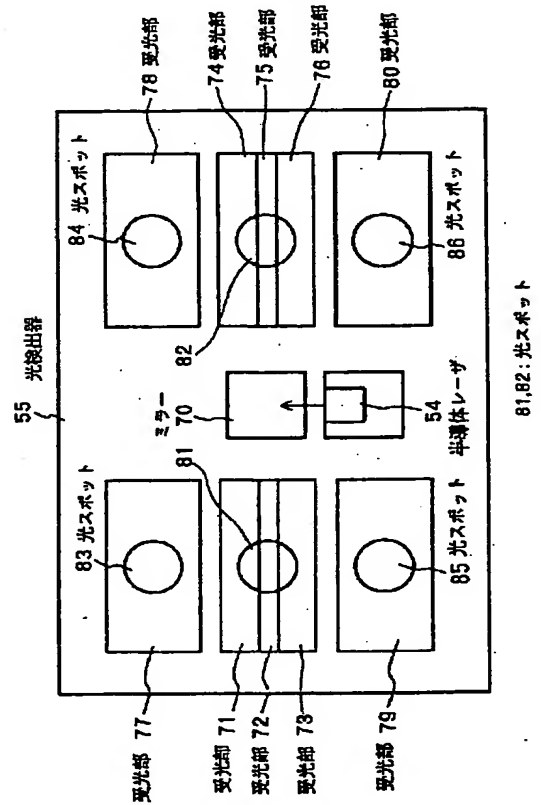
【図10】

図8のモジュールの回折格子とホログラム光学素子の干渉縞のパターン



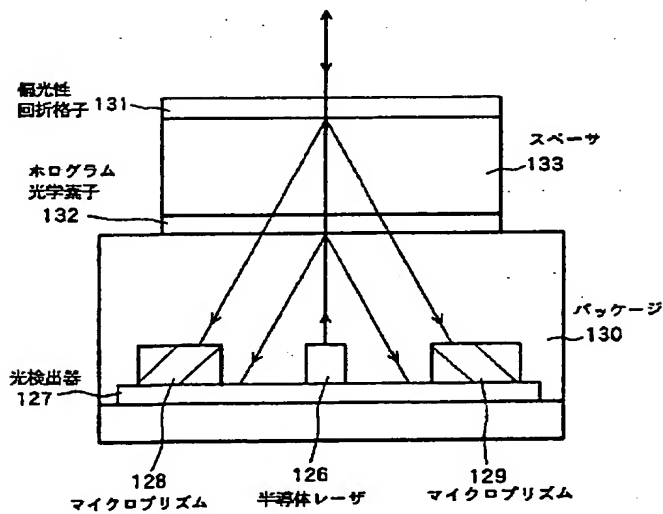
【図11】

図8のモジュールの光検出器の受光部のパターンと受光部上の光スポットの配置の一例



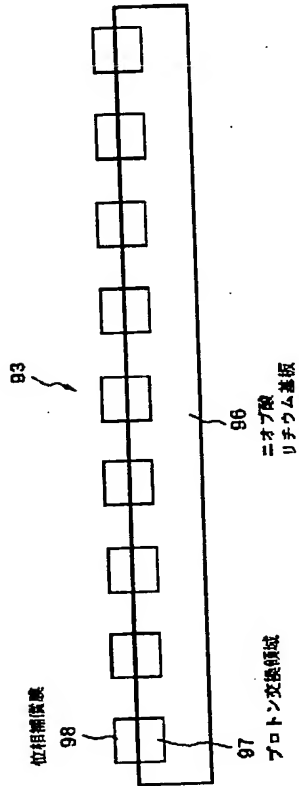
【図16】

図1中のモジュールの更に他の例の構成図



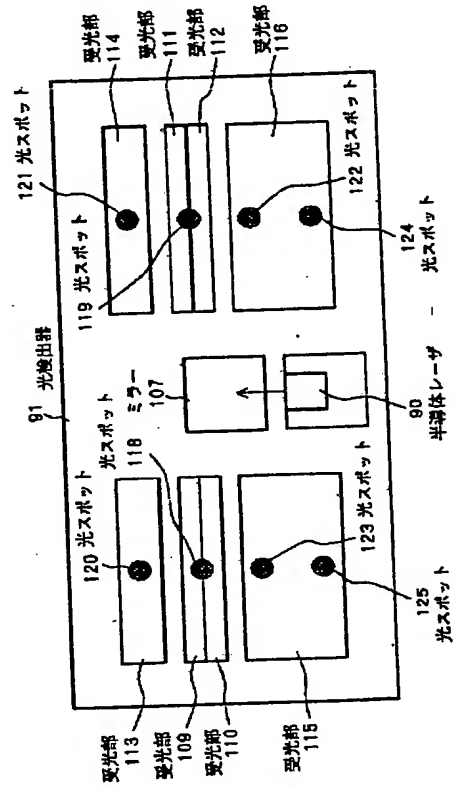
【図13】

図12中の偏光性ホログラム光学素子の一例の構成図



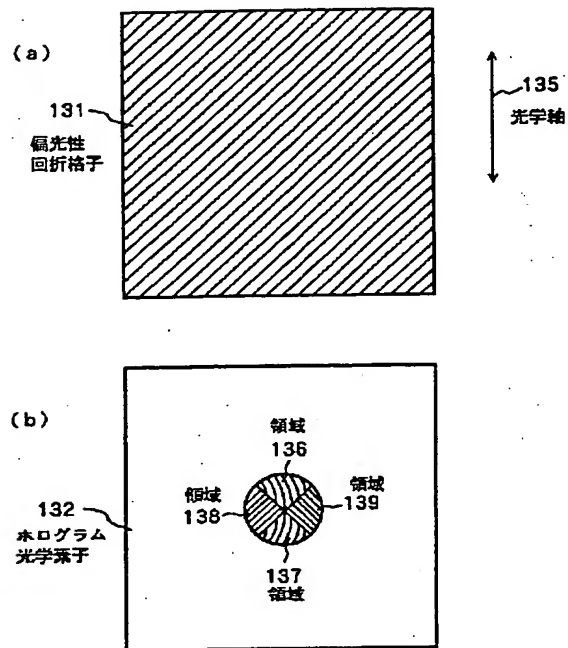
【図15】

図12のモジュールの光検出器の受光部のパターンと受光部上の光スポットの配置の一例



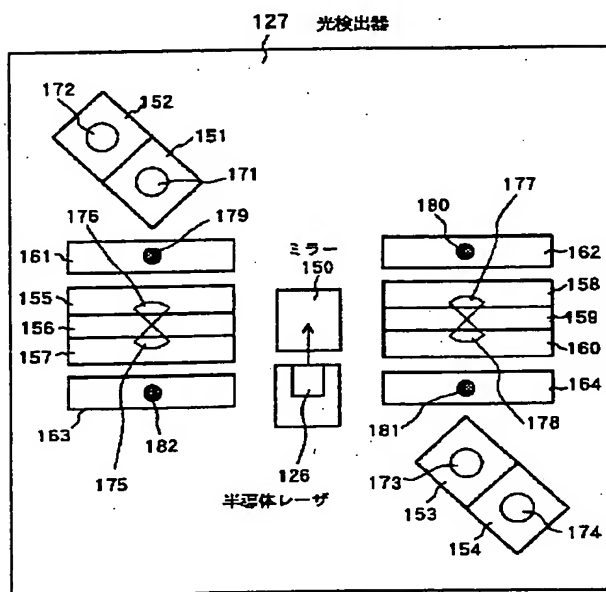
【図17】

図16のモジュールの偏光性回折格子とホログラム光学素子の干渉縞のパターン



【図19】

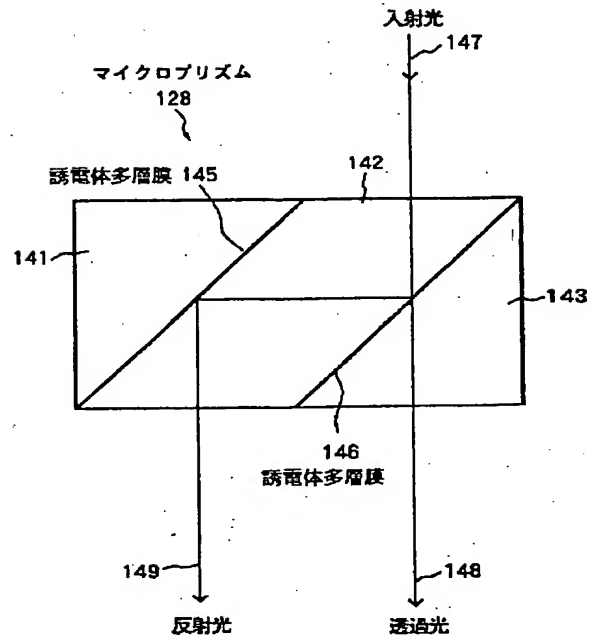
図16のモジュールの光検出器の受光部のパターンと受光部上の光スポットの配置の一例



151~164 : 受光部  
171~182 : 光スポット

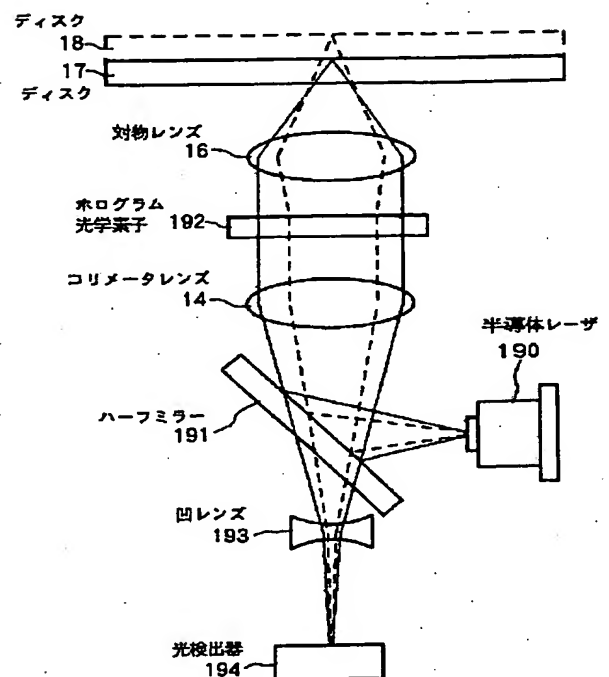
【図18】

図16のモジュール中のマイクロプリズムの構成図



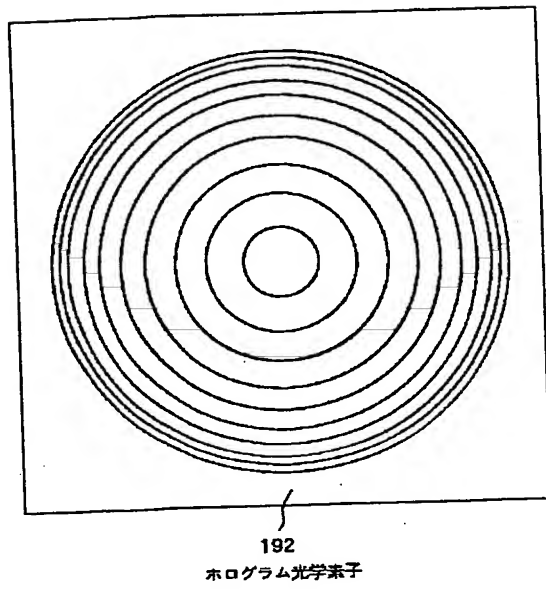
【図20】

従来装置の一例の構成図



【図21】

図20の装置で用いるホログラム光学素子の平面図



【図22】

図20の装置で用いるホログラム光学素子の断面図

